

## PERENCANAAN KEGIATAN PERAWATAN MENGGUNAKAN METODE RCM II PADA KOMPRESOR MAKE-UP GAS UNIT PERUSAHAAN PENGOLAHAN MINYAK PELUMAS

Asri Dwi Widiastuti<sup>1)</sup>, George Endri Kusuma<sup>2)</sup>, Priyo Agus Setiawan<sup>3)</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Prodi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS, Surabaya 60111 <sup>2,3</sup> Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS, Surabaya 60111

E-mail: asridwiwidiastuti2@gmail.com

### Abstract

*Oil Lubricants Company often get problems of damage or high breakdown on the production machines, because of that an appropriate maintenance is required. One of the machines that need maintenance on a lubricating oil company is a gas make-up compressor. The make-up compressor is used for the gas compression from the hydrogen plant to the reactor that used for reacting in the reactor. Company need to apply an appropriate maintenance strategies to optimize maintenance costs. The problems that exist in this company is that the maintenance strategy has not been optimal because the company only apply corrective maintenance system that the reparation is done when there is a damage to the equipment. This research uses Reliability Centered Maintenance (RCM II) method to determine the appropriate maintenance strategy, so it can be know the type of maintenance and time interval of treatment. The result from the research, it is known that there are 16 failure modes on gas make-up compressor, and there is the highest Risk Priority Number (RPN) with value of 24 on blow down valve component. The results of the maintenance interval in the make-up compressor consist of 3 activities, Scheduled discard task, scheduled restoration task and scheduled on condition task. The component that has the highest maintenance interval value is failure to crosshead of 4247,72 hours and the component that has the smallest maintenance interval value is the cooler with a value of 181,74 hours.*

**Keywords:** Compressor, Make-Up Gas, RCM II

### Abstrak

Perusahaan Minyak Pelumas sering mengalami permasalahan kerusakan atau *breakdown* yang tinggi pada mesin produksi sehingga membutuhkan perawatan yang tepat. Salah satu mesin yang membutuhkan perawatan pada perusahaan minyak pelumas adalah kompresor *make-up gas*. Kompresor *make-up* digunakan untuk kompresi gas dari hidrogen plant menuju ke reaktor yang digunakan untuk reaksi dalam reaktor. Perusahaan perlu menerapkan strategi perawatan yang tepat agar biaya perawatan yang dikeluarkan dapat optimal. Permasalahan yang ada pada perusahaan ini yaitu strategi perawatan yang belum optimal hal ini dikarenakan perusahaan hanya menerapkan sistem *corrective maintenance* dimana perbaikan hanya dilakukan pada saat terjadi kerusakan pada peralatan. Penelitian ini menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM II) untuk menentukan strategi perawatan yang tepat sehingga dapat diketahui jenis perawatan dan interval waktu perawatan. Dari hasil penelitian diketahui bahwa terdapat 16 bentuk kegagalan pada kompresor *make-up gas* dan *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sebesar 24 pada komponen *blow down valve*. Hasil dari Interval kegiatan perawatan pada kompresor *make-up* terdiri dari 3 kegiatan, yaitu *scheduled discard task*, *scheduled restoration task* dan *scheduled on condition task*. Komponen yang memiliki nilai interval perawatan tertinggi adalah kerusakan pada *crosshead* sebesar 4247,72 jam dan komponen yang memiliki nilai interval perawatan terkecil adalah *cooler* dengan nilai 181,74 jam.

**Kata Kunci:** Kompresor, Make-Up Gas, RCM II

## PENDAHULUAN

Kompresor *make-up* gas digunakan untuk memampatkan gas hidrogen yang digunakan untuk menghilangkan metal (Sularso, 2000), mempunyai nilai tekanan inlet 15 bar, outlet 69 bar - 72 bar dan temperatur 50°C. Kerusakan atau kegagalan komponen pada mesin kompresor mengakibatkan proses tidak dapat beroperasi dengan baik, hal ini dapat menimbulkan dampak negatif, karena pada saat salah satu komponen dari mesin gagal berfungsi maka akan mengalami beberapa kerugian antara lain hasil produksi yang tidak sesuai standart, target produksi yang tidak optimal dan dapat berdampak ledakan, kebakaran atau kebisingan. Salah satu upaya dalam mencegah kegagalan pada kompresor *make-up* gas ini adalah dengan memberikan metode perawatan yang sesuai dengan interval perawatan yang tepat dengan metode RCM II, sehingga diharapkan dapat mengurangi kerusakan pada komponen kompresor *make-up* gas. Tujuan masalah pada penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kegagalan atau kerusakan yang terjadi pada kompresor dan untuk menentukan interval kegiatan perawatan dalam rangka mengantisipasi terjadinya kegagalan pada kompresor. Pada penelitian sebelumnya Kusumastuti dkk (2017) telah melakukan penelitian pada mesin pompa sudah dibahas oleh dilakukan pada Perusahaan Minyak.

## METODE PENELITIAN

Pengambilan data kerusakan pada komponen selama 3 tahun dari 2015-2017. Pengolahan data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif yang didapatkan dari data primer dan data sekunder. Data primer yang diperoleh melalui wawancara dengan pihak *maintenance* dan pihak produksi mengenai detail fungsi komponen dan data sekunder didapatkan dari data historis yang merupakan arsip atau dokumen di perusahaan seperti data deskripsi proses kerja, P&Id dan data kerusakan.

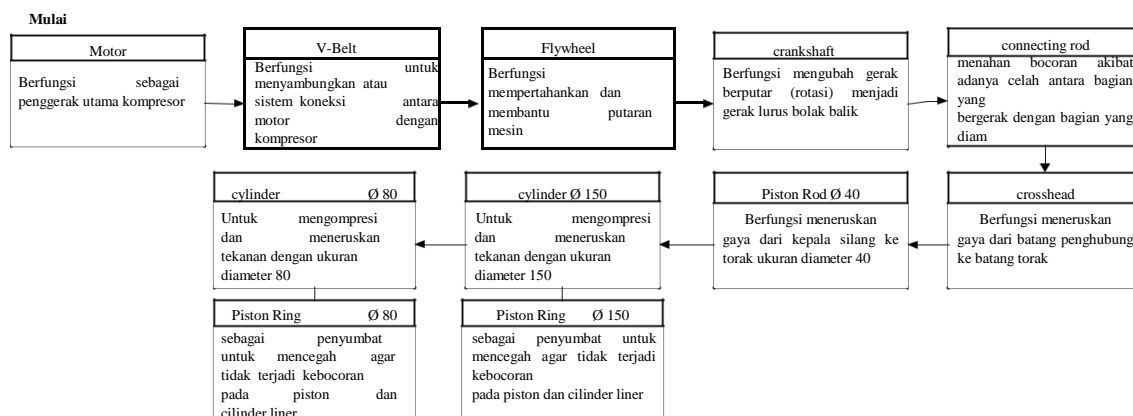
Pengolahan data secara kualitatif yang pertama yaitu dilakukan pengolahan data dengan membuat FBD, selanjutnya dilakukan analisa FMEA. FMEA merupakan salah satu metode yang digunakan dalam mengidentifikasi suatu kegagalan sistem. Analisa FMEA memfokuskan pada penyebab kegagalan dan mekanisme terjadinya kegagalan (Moubray, 1997), serta penilaian RPN, kemudian memasukkan data yang telah diperoleh dari FMEA ke dalam RCM II *Decision worksheet*. Sedangkan pengolahan data secara kuantitatif yang dibutuhkan adalah data sekunder. Hal pertama yang dilakukan adalah melakukan uji distribusi terhadap waktu antar kerusakan (TTF) dan waktu lama perbaikan (TTR) yang ada pada *Maintenance Record* dengan bantuan *software* Weibull++ version 6.0. Data tersebut kemudian diolah untuk menentukan interval waktu perawatan optimal ditinjau dari segi minimasi biaya (*cost*). Perhitungan yang dilakukan pada pengolahan data kuantitatif mencakup perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repaire* (MTTR), perhitungan Biaya Perawatan (CM) dan Biaya perbaikan (CR), perhitungan interval perawatan optimal (TM).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengolahan Data Kualitatif

#### Functional Block Diagram (FBD)

Digunakan untuk menggambarkan beberapa fungsi komponen dalam satu kesatuan blok yang saling berhubungan antara fungsi komponen satu dengan komponen lainnya hingga membentuk satu kesatuan fungsi sistem kerja. Pada Gambar 1. akan dapat diketahui suatu system aliran kerja dari fungsi perangkat Kompresor *Make-Up Gas*. Jika terjadi kegagalan diantara komponen tersebut, maka akan dapat mengganggu kinerja dari mesin.



Gambar 1. FBD Kompresor

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018

### FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

Pada tahap analisa FMEA dilakukan analisis komponen mana yang rusak, fungsi, kegagalan fungsi, penyebab serta dampak yang ditimbulkan. Dengan demikian, kita akan dapat memberikan perlakuan lebih terhadap komponen tersebut dengan tindakan pemeliharaan yang tepat. Analisa FMEA didapatkan dari *Expert Judgments* sesuai kriteria dari Skjong, R.(2001). Analisa pada FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) menunjukkan bahwa terdapat 16 bentuk kegagalan (*failure modes*) yang mempunyai potensi penyebab terjadinya kegagalan fungsi (*functional failure*) pada Kompresor *Make-Up Gas Unit*. Berikut merupakan contoh dari hasil analisis FMEA pada komponen *Blow down valve* dan *Crank shaft* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1

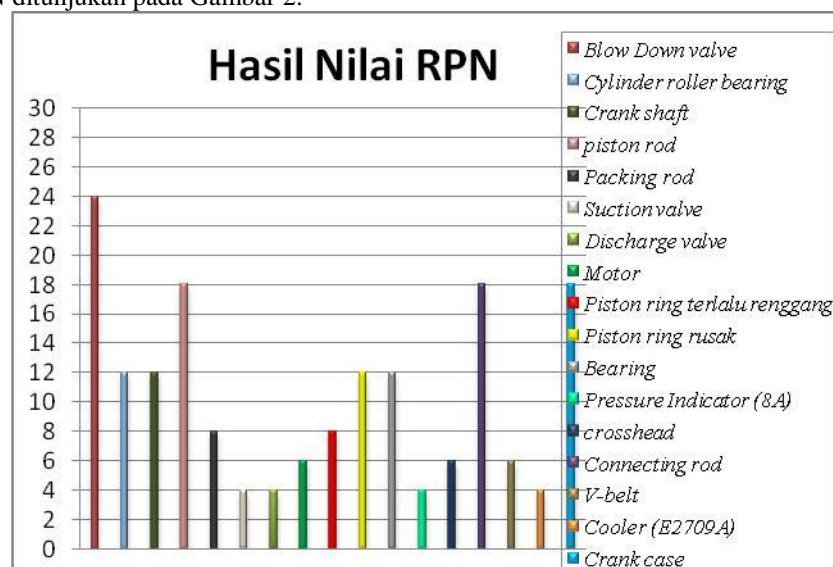
FMEA pada *Blow down valve* dan *Crank shaft*

RCM II Information Worksheet	System: kompresor make-up gas		Fasilitator:		Date:
	Sub System:		Auditor:		Year:
Equipment	Functional	Functional Failure	Failure Mode	Functional Effect	
1 <i>Blow Down valve</i>	Berfungsi sebagai katup yang berfungsi untuk membuang gas sisa	Gas hidrogen tidak dapat mengalir dan terjadi pemampatan gas	1 <i>Blow down valve</i> rusak	Ledakan karena Over Pressure	
	Berfungsi untuk mengubah gerak	<i>Crank shaft</i> tidak dapat mengubah		Temperatur bearing	
2 <i>Crank shaft</i>	berputar (rotasi) menjadi gerak lurus bolak-balik (translasi)	A gerak berputar menjadi gerak lurus bolak balik	1 <i>Crank Shaft</i> rusak	tinggi, terjadi nya kebisingan	

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018

### Risk Priority Number (RPN)

Hasil dari RPN menunjukkan tingkatan prioritas peralatan yang dianggap beresiko tinggi, sebagai penunjuk ke arah tindakan perbaikan. Nilai RPN didapatkan dari *Severity*, *Occurrence* dan *Detection*. Nilai *Severity* dan *Occurrence* didapatkan dari perusahaan, sedangkan penilaian *detection* sesuai dengan Blanchard, B. J. (1995) dalam Amalia, S. (2016). Berdasarkan analisis melalui FMEA maka didapat nilai RPN masing-masing komponen dan komponen yang memiliki nilai RPN yang tertinggi yaitu kegagalan pada *Valve Blow Down* dengan nilai RPN 24, serta komponen *crank case*, *connecting rod* dan *piston rod* yang mempunyai nilai RPN 18. Grafik nilai RPN ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Nilai RPN

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018

## RCM II Decision Worksheet

RCM II Decision Worksheet digunakan untuk melakukan analisis konsekuensi dari masing-masing penyebab kegagalan (*failure mode*) dan untuk mencari jenis kegiatan perawatan yang optimal dan menentukan *initial interval* untuk kegiatan perawatan tersebut serta memberikan keterangan siapa yang bertanggung jawab dalam melaksanakan *proposed task* tersebut pada kolom *can be done by*. Tabel 2 merupakan contoh RCM II Decision Diagram Worksheet pada kompresor *make-up gas*.

Tabel 2  
RCM II Decision Diagram Worksheet pada kompresor *make-up gas*

RCM II WORKSHEET		SYSTEM : Hydrofinishing Unit											FASILITATOR :		DATE :	
		SUB SYSTEM : Kompresor Make-Up K-101 A											AUDITOR :		YEAR :	
Information Reference				Consequence Evaluation				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Default Action			Proposed Task	Initial Interval	Can be Done by
Equipment	F	FF	FM	H	S	E	O				H4	H5	S4			
Blow Down Valve	1	A	1	Y	Y	-	-	Y	-	-	-	-	-	Scheduled restoration task (cek rutin valve)		Mekanik
Cylinder Roller bearing	1	A	1	Y	N	Y	-	N	N	Y	-	-	-	Scheduled discard task (ganti roller bearing)		Mekanik

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018

Dari Table 2 diketahui bahwa salah satu contoh kegagalan yaitu padakomponen *blow down valve* yang mana gas hidrogen tidak dapat mengalir dikarenakan *valve* rusak sehingga terjadi pemampatan gas. Nilai F, FF, dan FM di isi sesuai dengan hasil analisa FMEA, sedangkan kolom consequence evaluation berdasarkan RCM II Decision Diagram. Kerusakan *blow down valve* diberikan tindakan berupa *scheduled on-condition task*.

## Pengolahan Data Kualitatif

### MTTF dan MTTR

Penentuan jenis distribusi dan parameter suatu komponen menggunakan *software* Weibull++6. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai MTTR dan MTTF untuk mengetahui nilai rata-rata waktu kerusakan dan waktu perbaikan menggunakan persamaan dari Ebeling, C. (1997). Tabel 3 merupakan contoh dari nilai MTTF dan MTTR. Hasil perhitungan MTTF pada Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin besar nilai MTTF dari suatu komponen maka hal ini menunjukkan bahwa peralatan tersebut memiliki rentang waktu kerusakan yang lama. Sebaliknya jika nilai MTTF pada suatu komponen kecil, maka hal ini berarti komponen tersebut semakin sering untuk mengalami kerusakan.

Tabel 3  
Hasil Perhitungan MTTF dan MTTR

Komponen	Jenis kerusakan	MTTF (jam)	MTTR (jam)
Blow Down Valve	Blow Down Valve rusak	10970,591	10,333
Motor	Kumparan pada motor terbakar	6018,852	8,666

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018

Dari tabel 3 dapat diketahui komponen blow down yang rusak, waktu MTTF yaitu 10970,591 jam dan waktu MTTR yaitu 10,333 jam, sedangkan untuk komponen motor dimana jenis kerusakan yaitu kumparan pada motor terbakar waktu MTTF yaitu 6018,852 jam dan waktu MTTR yaitu 8,666jam. Interval Perawatan (TM)

Penentuan TM dilakukan dengan mempertimbangkan biaya yang dikeluarkan untuk perawatan (CM), biaya untuk perbaikan (CR) serta nilai dari waktu antar perbaikan (MTTR). Perhitungan nilai CM dan CR menggunakan persamaan dari Prasetyo (2017). Oleh karena itu besarnya biaya yang dikeluarkan untuk perawatan dan perbaikan harus ditentukan terlebih dahulu sebelum menghitung nilai intervalperawatan optimal (TM). Berdasarkan perhitungan interval perawatan optimal (TM), Maka dapat diketahui bahwa besarnya nilai TM lebih rendah dari nilai MTTFnya, seperti pada Tabel 4. Hal ini menunjukkan bahwa interval waktu perawatan (TM) bertujuan untuk menghindari dan mencegah terjadinya kegagalan (*failure*) pada komponen sebelum kegagalan tersebut terjadi. Dengan menentukan TM, maka penggantian/ perbaikan pada komponen menjadi lebih baik, efektif dan efisien sehingga dapat meminimalisir biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan perawatan dan juga dapat mencegah terjadinya kegagalan fungsi dari setiap *failure mode*, dengan memperhatikan TM dalam penggantian komponen dilakukan sebelum komponen tersebut mengalami kegagalan sehingga mengurangi angka kecelakaan dan menambah efektifitas pekerjaan. Perhitungan nilai interval perawatan

menggunakan persamaan dari Rachmad (2008). Tabel 4 merupakan beberapa contoh dari Nilai TM pada kompresor.

Tabel 4  
Perhitungan Interval Perawatan (TM)

Komponen	Jenis kerusakan	Jenis Perawatan	TM (jam)
Blow down valve	Blow down valve rusak	Scheduled On-Condition Task	360
Cylinder Roller bearing	Roller bearing aus	Scheduled Discard Task	613,25
Crank shaft	Crank shaft rusak	Scheduled Discard Task	2527,03
Piston rod	Piston rod aus	Scheduled Restoration Task	1549,19
Packing rod	Packing rod bocor	Scheduled Discard Task	385,67
Suction valve	Suction valve patah	Scheduled Discard Task	2478,54
Discharge valve	Discharge valve patah	Scheduled Discard Task	3094,23
Motor	Kumparan motor terbakar	Scheduled Restoration Task	2217,93
Piston Ring Ø 150	Piston Ring terlalu renggang	Scheduled Restoration Task	1245,69
Bearing	Bearing rusak	Scheduled Restoration Task	1386,46
Pressure Indicator	Jarum petunjuk rusak	Scheduled Discard Task	2636,71
Crosshead	Crosshead Aus	Scheduled Restoration Task	186,46
Connecting rod	Connecting rod Aus	Scheduled Restoration Task	4247,72
V-belt	Karet V-belt putus	Scheduled Restoration Task	2366,84
Cooler	Terdapat kerak pada cooler	Scheduled Discard Task	2005,7
Crank case	Crank case bocor	Scheduled Restoration Task	181,74
		Scheduled On-Condition Task	480

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2018

Tabel 4 dapat diketahui bahwa komponen *blow down valve* yang rusak dengan jenis perawatan *Scheduled On-Condition Task* diketahui bahwa nilai dari interval perawatan yaitu 369 jam, untuk komponen motor terbakar dengan jenis perawatan *Scheduled Restoration Task* diketahui bahwa nilai dari interval perawatan yaitu 2217,93 jam sedangkan untuk jenis kerusakan karet v-belt putus dengan jenis perawatan *Scheduled Discard Task* diketahui bahwa nilai dari interval perawatan yaitu 2005,7 jam.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengolahan dan analisa data adalah sebagai berikut:

Hasil analisa pada FMEA menunjukkan bahwa terdapat 16 bentuk kegagalan yang mempunyai potensi penyebab terjadinya kegagalan fungsi dan penilaian risiko dengan RPN yang diberikan dalam FMEA terdapat nilai RPN tinggi yaitu kegagalan pada *Blow Down Valve* dengan nilai RPN 24, dan komponen *piston rod*, *connecting rod* dan *crank case*, mempunyai nilai RPN 18, komponen tersebut harus diprioritaskan dalam melakukan kegiatan perawatan karena memiliki risiko yang sangat tinggi, jika peralatan tersebut gagal maka dapat mengancam keselamatan pekerja dan kerugian yang besar bagi perusahaan. Hasil dari Interval kegiatan perawatan atau TM dalam rangka mengantisipasi terjadinya kegagalan pada kompresor ini terdiri dari 3 kegiatan, yaitu *Scheduled discard task*, *Scheduled restoration task* dan *Scheduled on condition task*. Komponen yang memiliki nilai TM tertinggi adalah kerusakan pada *Crosshead* sebesar 4247,72 jam dan komponen yang memiliki nilai TM terkecil terdapat pada *Cooler* dengan nilai 181,74 jam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, S. (2016). *Perencanaan Kegiatan Perawatan dengan Metode RCM II (Reliability Centered Maintenance) dan Penentuan Persediaan Suku Cadang pada Boiler di PT.X*. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Ebeling, C. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: McGraw Hill.
- Kusumawati, R., P.A Setiawan, A. Subekti (2017). *Perencanaan Kegiatan Preventive Maintenance pada Pompa menggunakan Metode RCM II (Reliability Centered Maintenance) dengan mengaplikasikan Grey FMEA di PT.P. Proceeding 1<sup>st</sup> Conference on Safety Engineering and Its Application ISSN NO : 2581 - 1770*. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Moubray, J. (1997). *Reliability Centered Maintenance Second Edition*. New York: Industrial Press Inc.
- Prasetyo, C. P. (2017). Evaluasi Manajemen Perawatan dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II pada Mesin Cane Cutter 1 dan 2 di Stasiun Gilingan PG Meritjan - Kediri. 99-107.
- Rachmad Tri Sulistyono, A. I. (2008). Implementasi of RCM II and RPN in Risk Assesment Scheduling Maintenance Task at HPB Base On JSA.

Skjong, R. (2001). Expert Judgment and Risk Perception. *International Offshore and Polar Engineering Conference*. Hovik, Norway.

Sularso, H. T. (2000). *POMPA DAN KOMPRESOR*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.